

# KOMPARASI KOEFISIEN PERMEABILITAS (k) PADA TANAH KOHESIF

Noegroho Djarwanti

Jurusan Teknik Sipil FT-UNS, Jln. Ir. Sutami 36A Surakarta. Telp: 0271 647069.

Email: noegrohodjarwanti@yahoo.com

## Abstract

Soils are granule structure which form interrelated pores. The water capability to penetrate the soil media is denoted as the coefficient of permeability ( $k$ ). This research is conducted with falling head and consolidation test. From these test the obtained  $k$  value is compared with some  $k$  values stated in literatures. The  $k$  values in this tests range from  $1.00967E-07$  cm/s to  $2.98689E-05$  cm/s. The  $k$  value of consolidation test is lower than that of falling head test. The difference of  $k$  value between test and literature are  $2.15852E-05$  cm/s to  $3.35206E-07$  cm/s and  $8.914E-08$  cm/s to  $1.607E-07$  cm/s by falling head test and consolidation, respectively. Both differences are in the range of  $10^{-8}$  cm/s to  $10^{-5}$  cm/s.

## Keyword:

coefficient of permeability, consolidation test, falling head test, cohesive soil.

## PENDAHULUAN

Koefisien permeabilitas tanah ( $k$ ) digunakan untuk mengetahui besarnya rembesan pada permasalahan bendungan, saluran irigasi, tanggul tanah, sumur resapan dan lainnya. Dengan mengkomparasi nilai koefisien permeabilitas antara data lapangan dengan nilai kisaran yang diberikan literatur, maka diharapkan hasilnya dapat digunakan untuk memprediksi nilai awal koefisien permeabilitas. Sampel tanah diambil dari perumahan Josroyo-Jaten Karanganyar yang direncanakan akan dibangun sumur resapan sebagai solusi akibat adanya fluktuasi perubahan air yang tinggi sehingga sering banjir, jadi diharapkan nilai  $k$  dapat digunakan sebagai data awal untuk mengetahui besarnya kecepatan rembesan air.

Head (1981), Bowles (1991) dan Das (1995), menyatakan bahwa aliran air dalam tanah sangat dipengaruhi oleh karakteristik tanah antara lain: jenis tanah, ukuran dan bentuk butiran, komposisi mineral, rongga pori (*void ratio*), derajat kejenuhan dan tipe aliran.

Darcy (1956) memberikan persamaan pengaliran air pada lapisan tanah jenuh sempurna sebagaimana ditunjukkan pada Persamaan 1:

$$q = A.k_i \dots\dots\dots (1.a)$$

$$v = \frac{q}{A} = k_i \dots\dots\dots (1.b)$$

dengan :

- $q$  = volume aliran air per satuan waktu (cm<sup>3</sup>)
- $A$  = luas penampang tanah yang dilewati air (cm<sup>2</sup>)
- $k$  = koefisien permeabilitas (cm/dt)
- $i$  = gradien hidrolik
- $v$  = kecepatan aliran (cm/dt)

Uji laboratorium yang dilaksanakan pada penelitian ini ada 2 (dua) yaitu :

- a. Uji tinggi jatuh (*falling head test*)  
(ASTM D 2434 - 68)

Uji ini untuk tanah berbutir halus (lempung dan lanau), dimana koefisien permeabilitas dapat dicari dengan Persamaan 2:

$$q = k.i.A = k.\frac{h}{L}.A = -a \frac{dh}{dt} \dots\dots\dots (2.a)$$

$$k = 2,303.\left(\frac{aL}{At}\right).\log\left(\frac{h_1}{h_2}\right) \dots\dots\dots (2.b)$$

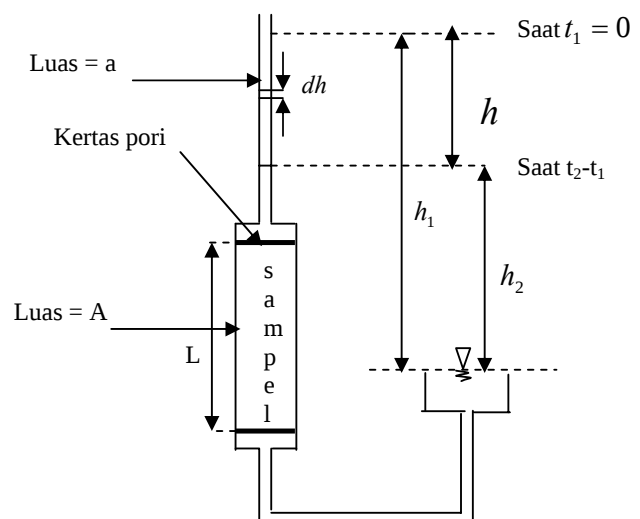
dengan :

$h = h_1 - h_2$  = beda tinggi sembarang waktu  $t$  (m)

$A$  = luas potongan melintang benda uji (m<sup>2</sup>)

$a$  = luas pipa pengukur (m<sup>2</sup>)

$L$  = panjang sampel (m)



Gambar 1. Skema pengujian *falling head test*

b. Uji konsolidasi (*consolidation test*)

(ASTM D 2435 - 90)

Konsolidasi adalah proses keluarnya air dari rongga pori dari tanah jenuh dengan permeabilitas rendah akibat beban. Koefisien permeabilitas diperoleh dari persamaan konsolidasi yaitu :

$$k = \frac{T_v \cdot \gamma_w \cdot \Delta e \cdot \left(\frac{H}{2}\right)^2}{t \cdot \Delta \sigma \cdot (1 + e)} \dots\dots\dots (3.a)$$

Untuk 90% konsolidasi,  $T_v = 0.848$ , maka dapat diperoleh persamaan koefisien permeabilitas :

$$k = \frac{0,848 \cdot \gamma_w \cdot \Delta e \cdot \left(\frac{H}{2}\right)^2}{t_{90} \cdot \Delta \sigma \cdot (1 + e)} \dots\dots\dots (3.b)$$

Koefisien permeabilitas tanah biasanya dinyatakan pada temperatur  $20^0$  C.

$$k_{20} = k_T \cdot \frac{\mu_T}{\mu_{20}} \dots\dots\dots (3.c)$$

dengan :

$t$  = waktu pengaliran (menit)

$T_v$  = faktor waktu

$H$  = panjang rata-rata lintasan drainase (cm)

$\Delta e$  = perubahan angka pori pd perubahan tekanan tertentu

$\gamma_w$  = berat volume air (kg/cm<sup>3</sup>)

Koefisien permeabilitas secara empirik telah banyak diusulkan oleh beberapa pakar antara lain seperti diuraikan pada Tabel 1:

Tabel 1. Nilai k beberapa peneliti

| Peneliti              | Karakteristik  | Nilai k (cm/dt)      |
|-----------------------|----------------|----------------------|
| Bowles (1991)         | Lanau          | $10^{-4} - 10^{-9}$  |
|                       | Kelempungan    |                      |
| Das (1995)            | Lanau          | 0,001-0,00001        |
|                       | Lempung        | kurang dari 0.000001 |
| Perlof & Baron (1976) | Drainase Buruk | $10^{-3} - 10^{-7}$  |
| Casagrande (1938)     | Drainase Buruk | $10^{-3} - 10^{-7}$  |

## METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen fisik di laboratorium yang meliputi 2 tahapan yaitu :

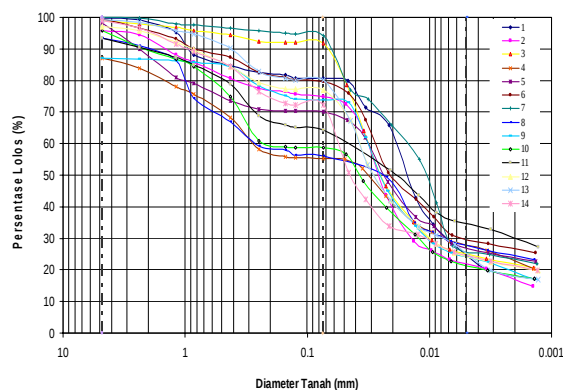
1. Persiapan alat dan sampel tanah.
2. Pelaksanaan uji *falling head* dan *consolidation*.

Langkah selanjutnya adalah dengan mengkomparasi hasil eksperimen fisik di laboratorium terhadap sampel yang ada dengan hasil eksperimen empirik yang telah ada pada jenis sampel yang sama.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji Distribusi Ukuran Butir untuk seluruh sampel tanah sebanyak 14 seperti ditampilkan pada Gambar 2, selanjutnya klasifikasinya serta nilai koefisien permeabilitas hasil pengujian diuraikan pada Tabel 2.

Pembahasan diuraikan dalam bentuk Tabel 3 dan Gambar 3.



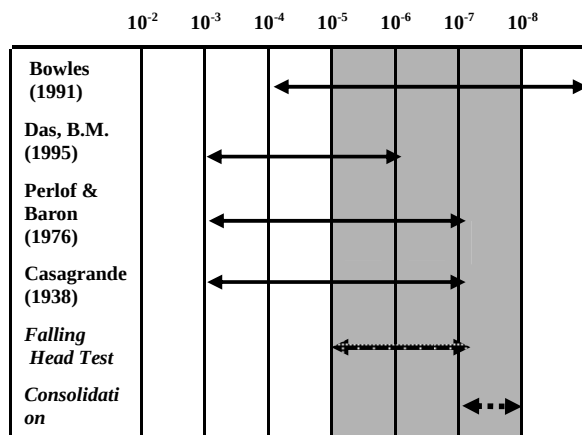
Gambar 2. Grafik Distribusi Ukuran Butir

Tabel 2. Nilai k hasil Uji *falling head test* & Uji konsolidasi

| No Sam pel | $\gamma_b$ (gr/cm <sup>3</sup> ) | Klasi fikasi | k (falling head) (cm/dt) | k (consolidation) (cm/dt) |
|------------|----------------------------------|--------------|--------------------------|---------------------------|
| 1          | 1,694                            | CL           | 2,26180E-06              | 1,607E-07                 |
| 2          | 1,665                            | CL           | 1,20673E-05              | 1,607E-07                 |
| 3          | 1,638                            | CL           | 7,35725E-07              | 1,607E-07                 |
| 4          | 1,694                            | CL, ML       | 5,11629E-06              | 8,914E-08                 |
| 5          | 1,693                            | CL           | 1,03010E-06              | 1,008E-07                 |
| 6          | 1,677                            | CL           | 2,98689E-05              | 1,607E-07                 |
| 7          | 1,644                            | CL           | 3,83124E-06              | 1,008E-07                 |
| 8          | 1,655                            | CL           | 2,01571E-06              | 1,351E-07                 |
| 9          | 1,733                            | CL           | 1,00967E-07              | 1,607E-07                 |
| 10         | 1,726                            | CL           | 1,61985E-07              | 1,351E-07                 |
| 11         | 1,695                            | CL, ML       | 2,15852E-05              | 8,914E-08                 |
| 12         | 1,645                            | CL           | 3,21535E-07              | 1,607E-07                 |
| 13         | 1,645                            | CL           | 3,35206E-07              | 1,607E-07                 |
| 14         | 1,645                            | CL           | 3,30790E-07              | 1,607E-07                 |

Tabel 3. Perbandingan nilai k penelitian dan nilai k literatur

| Nilai k (cm/dt)                |                           |                      |                            |                      |                      |
|--------------------------------|---------------------------|----------------------|----------------------------|----------------------|----------------------|
| Falling Head                   | Konsolidasi               | Bowles               | Braja M Das                | Perlof & Baron       | Casa grande          |
|                                |                           | 1991                 | 1995                       | 1976                 | 1938                 |
| 1,00967 E-07 s.d. 2,98689 E-05 | 8,914 E-08 s.d. 1,607E-07 | 10 E-04 s.d. 10 E-09 | 10 E-4 s.d. 10 E-6 (lanau) | 10 E-03 s.d. 10 E-07 | 10 E-03 s.d. 10 E-07 |
| < 10 E-7 (lempung)             |                           |                      |                            |                      |                      |



Gambar 3. Grafik Perbandingan nilai  $k$  penelitian dan  $k$  literatur

### SIMPULAN

Nilai koefisien permeabilitas uji *consolidation* lebih kecil dibandingkan hasil *falling head test*.

Nilai koefisien permeabilitas untuk:

- *Falling head test* antara  $1,00967 \text{ E-07 cm/dt}$  sampai dengan  $2,98689 \text{ E-05 cm/dt}$ .
- *Consolidation test* antara  $8,914 \text{ E-08 cm/dt}$  sampai dengan  $1,607 \text{ E-07 cm/dt}$

nilai keduanya dalam *range* antara  $10^{-7} \text{ cm/dt}$  sampai  $10^{-5} \text{ cm/dt}$  sehingga lebih sesuai dengan nilai  $k$  yang diberikan oleh Bowles (1991), Perlof & Baron (1976) dan Casagrande (1938).

### REKOMENDASI

1. Penelitian dilakukan dengan variasi lain misalnya ukuran dan posisi sampel yang berbeda.
2. Penelitian menggunakan uji langsung di lapangan (*cross check* dengan uji di lapangan).

### REFERENSI

- Anonim. (1997), "Annual Book of ASTM Standart". Section 4 Volume 04.08.
- Bowles, J.E. (1991), "Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah", Erlangga.
- Das, B.M. (1995), "Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknik)", Jilid 2. Jakarta : Erlangga.
- Hardiyatmo, H.C. (2002), "Mekanika Tanah I". Yogyakarta, Gadjah Mada University Press.
- Head, K.H. (1981), "Manual of Soil Laboratory Testing Volume 2", Pentech Press.
- Smith, M.J. (1992), „Mekanika Tanah“. Jakarta : Erlangga.
- Sunardi. (2006), „Studi Koefisien Permeabilitas ( $k$ ) Pasir Gap Graded“, Skripsi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

